

# MICROENCAPSULACIÓN DE UN SABORIZANTE DE MANTEQUILLA

*Yojhansel Araguez-Fortes<sup>\*1</sup>, Jorge A. Pino<sup>1,2</sup>, Ariel Ortega<sup>1,2</sup>, María A. Amador<sup>1</sup>  
y Marian Calderón<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria,  
Carretera al Guatao km 3½, C.P. 19200, La Habana, Cuba. E-mail: yojansel@iia.edu.cu*

*<sup>2</sup>Dpto. Alimentos. Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, CP 13600, Cuba.*

*Recibido: 02-05-2024 / Revisado: 15-05-2024 / Aceptado: 21-06-2024 / Publicado: 30-08-2024*

## **RESUMEN**

Se optimizaron la temperatura del aire de entrada y la velocidad del flujo de alimentación del secado por aspersión para la obtención de un saborizante microencapsulado de mantequilla, mediante un diseño factorial de superficie de respuesta, donde se obtuvo un óptimo con una temperatura del aire de entrada de 190 °C y una velocidad del flujo de alimentación 350 mL/h, con el uso de goma arábiga y maltodextrina (1:2 m/m) como agentes encapsulantes. De acuerdo con los modelos determinados se logró 86,2 % de rendimiento; 5,3 % de humedad 0,3083 g/mL de densidad bruta, 0,4446 g/mL de densidad compactada, 31 % de Índice

de Carr, 1,40 de relación de Hausner, 58 s de rehidratación y 12,64 g/100 g sólidos de higroscopicidad. Se encontró que el saborizante microencapsulado de mantequilla, producido con los parámetros optimizados, es de una alta calidad sensorial.

**Palabras clave:** saborizante de mantequilla, secado por atomización, optimización.

## **ABSTRACT**

**Development of a microencapsulated butter flavoring.**

The air inlet temperature and feed flow rate of the spray drying were optimized to obtain a microencapsulated butter flavoring by means of a response surface factorial design, where an optimum was obtained with an air inlet temperature of 190 °C

and a feed flow rate of 350 mL/h, with the use of gum arabic and maltodextrin (1:2 m/m) as encapsulating agents. According to the models 86,2 % of yield was achieved; 5.3% humidity; 0,3083 g/mL raw density, 0,4446 g/mL compacted density, 31 % Carr Index, 1.40 Hausner ratio, 58 s rehydration and 12.64 g/100 g solids hygroscopicity. It was determined that the microencapsulated flavoring, produced with the optimized parameters, is of a high sensory quality.

**Key words:** flavoring butter, spray drying, optimization.

## INTRODUCCIÓN

Las sustancias que se añaden a los alimentos para darle olor y sabor se denominan saborizantes y están constituidos en la mayoría de los casos por mezclas de muchos componentes, que pueden ser naturales u obtenidos por síntesis. La industria alimentaria se encuentra en continuo desarrollo de ingredientes, métodos de procesado y materiales de envasado, para conseguir una mejora de la conservación de alimentos. La producción de saborizantes requiere de diversas materias primas, como: las provenientes de plantas, productos de fermentación o biotecnológicos y compuestos obtenidos por síntesis químicas (1).

En muchas ocasiones existen alimentos en los que se requieren un saborizante en forma sólida, ya sea porque todos los ingredientes son sólidos, porque se requiere aumentar la vida de anaquel del producto o controlar la liberación durante la conservación. Para tal fin, se hace necesario encapsular al saborizante líquido (2,3). La microencapsulación de saborizantes mediante el secado por aspersión se ha convertido en un proceso muy común en la industria alimentaria (4). Esta técnica es aplicable a materias primas que son sensibles al calor, pues hay una menor probabilidad de oxidación o pérdida de compuestos volátiles por evaporación (5-7).

Los materiales comúnmente usados en la microencapsulación de saborizantes pueden ser almidones o sus derivados, gomas, proteínas, lípidos, ciclodextrinas o alguna combinación (6). El

producto microencapsulado se recupera como un polvo finamente dividido, en formas esféricas bastante uniformes o en parte esférica con propiedades físicas características (8). Las técnicas de superficie de respuesta son una metodología estadística que permiten determinar, experimentalmente, aquellos niveles de los factores en investigación que producen una respuesta óptima bajo la consideración de los factores principales (temperaturas del aire) y sus interacciones. Sólo algunos autores han utilizado esta metodología para evaluar el efecto de las temperaturas del proceso en la microencapsulación (9-11).

El objetivo del trabajo fue obtener un saborizante microencapsulado de mantequilla mediante secado por aspersión, con buena aceptabilidad, para aplicar en mezclas sólidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El saborizante líquido de mantequilla fue preparado a partir de un núcleo importado para uso alimentario. Se preparó un saborizante concentrado el cual quedó constituido por 14% m/m del núcleo y 86 % m/m de aceite refinado de soya. Para la microencapsulación se utilizaron goma arábiga (Ciudad de México, México) y maltodextrina DE 10 (Guadalajara, México), ambas para uso alimentario. Además, se usó agua suavizada mediante resina de intercambio iónico en ciclo sódico para preparar la emulsión.

La mezcla de soportes en base seca (goma arábiga: maltodextrina 1:2 m/m) se disolvió en agua suavizada (relación soportes/agua de 1:2 m/m) a temperatura ambiente, se mezcló vigorosamente en un vaso de precipitado con agitador mecánico, se dejó reposar durante 24 h antes del secado para garantizar una adecuada hidratación de los soportes. Posteriormente se añadió lentamente el saborizante y se agitó homogenizador UltraTurrax T-18 Basic a 25 000 min<sup>-1</sup> durante 5 min. Esta mezcla quedó constituida por 20 % de saborizante; 53,4 % de maltodextrina y 26,6 % de goma

arábica (expresados en base seca) que representa un 30 % de sólidos en la matriz de alimentación.

Las experiencias se hicieron en un secador por aspersion, a escala de laboratorio, Buchi B-290 (Labortechnik AG, Flawil, Suiza). Los parámetros del secador fueron temperatura de alimentación de la mezcla 25 °C, aspersor con abertura de 0,5 mm, velocidad de flujo del aire de secado 601 L/h y velocidad de flujo del aspirador 35 m<sup>3</sup>/h (100 % de su máxima capacidad). Las temperaturas de salida del aire se mantuvieron entre 80 y 90°C. Se evaluaron temperaturas del aire de entrada (TAE) entre 150 y 190 °C y flujos de alimentación entre 350 y 600 mL/h. Estos intervalos se seleccionaron de acuerdo con estudios de microencapsulación de saborizantes (12-14).

Las experiencias se hicieron al azar y en cada una se procesaron 100 g de emulsión. Los productos deshidratados se envasaron en bolsas de polietileno de alta densidad que se colocaron en una desecadora hasta su análisis (tiempo no mayor de tres días).

En los diferentes experimentos se calculó el rendimiento por un balance de masa y la humedad a partir de 2 g de muestra en un analizador de humedad Sartorius mod MA 37 (Göttingen, Alemania). Se calentó durante 2 min a 105 °C con radiación infrarroja mediante una resistencia eléctrica y se leyó automáticamente la pérdida de peso (15).

La solubilidad se hizo a partir de 2 g de polvo con 50 mL de agua destilada a 25 °C. La mezcla se agitó en un vaso de precipitados de 100 mL con agitación magnética a 1000 min<sup>-1</sup> y con una barra cilíndrica de agitación de 20 mm. El tiempo para rehidratar completamente el polvo y obtener una solución visualmente clara fue medido y expresado en segundos (16).

La higroscopicidad se hizo a partir de 1,00 g de polvo, colocado en un pesafiltro dentro de una desecadora con una solución saturada de cloruro de sodio (75,29 % humedad) por una semana a 25 °C (17). La higroscopicidad, se expresó como agua en g/100 g sólidos. Además, se determinaron las densidades a granel y compactada a partir de 2 g de polvo colocados en una probeta de 10 mL, con algunas

modificaciones. Con la relación masa/volumen se calcularon las densidades (18). Todas estas determinaciones analíticas se le realizaron al punto óptimo como variables de caracterización, se hicieron por triplicado y los resultados se expresaron como promedios.

La optimización de la temperatura de entrada del aire y la velocidad del flujo de alimentación se realizó mediante las técnicas de superficie de respuesta. Se utilizó un modelo de diseño factorial de tres niveles. Los factores fueron la temperatura del aire entrada y velocidad de flujo de alimentación, mientras que las variables de respuesta fueron rendimiento y humedad. El rendimiento se maximizó, mientras que la humedad se minimizó para calcular los valores óptimos.

El saborizante microencapsulado, obtenido con el proceso optimizado, se evaluó sensorialmente en una galleta salada. La composición quedó de la siguiente forma en base al 100% de harina: 1 % levadura: 2,3 % sal, 0,2 % núcleo, 10 % grasa, 52% agua y 0,05 % de sabor mantequilla. Se utilizó una prueba de intensidad del sabor con los mismos catadores mediante una escala lineal estructurada de cinco categorías: muy marcado (10), marcado (7,5), moderado (5), ligero (2,5) y ausente (0) (19).

La adecuación de los modelos se evaluó mediante la prueba F-Fisher. La prueba fue dirigida para comparar los valores experimentales con los valores predichos por el modelo en cuestión (Montgomery). Las experiencias se hicieron aleatoriamente y sus resultados se procesaron con el programa Design-Expert ver. 12.1.0.1 (Stat-Ease, Inc., Minneapolis, EE. UU.).

Se determinaron los costos de producción del saborizante microencapsulado, a escala piloto, tomando en consideración el equipamiento de la Planta Piloto de Aromas y los costos del Dpto. de Contabilidad del IIIA.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El programa de los experimentos se presenta en la Tabla 1, mientras que las variables de respuestas aparecen en la Tabla 2. Los modelos calculados para las dos variables de

respuesta fueron significativos y en todos los casos la falta de ajuste no fue significativa, por lo que estos modelos pueden ser utilizados para representar el comportamiento de las variables de respuesta.

**Tabla 1.** Matriz experimental para la microencapsulación del saborizante de mantequilla

Corrida	TAE (°C)	VFA (mL/h)	Rendimiento (%)	Humedad (% m/m)
1	170	475	81,1	5,42
2	170	600	80,2	5,55
3	150	475	77,1	5,68
4	170	475	80,9	5,49
5	170	350	81,9	5,20
6	170	475	80,3	5,46
7	190	475	85,3	5,15
8	170	475	81,0	5,52
9	150	600	77,1	6,08
10	190	600	82,4	5,19
11	190	350	86,2	5,13
12	150	350	80,3	5,66

T<sub>AE</sub>: temperatura del air de entrada; V<sub>FA</sub>: velocidad del flujo de alimentación.

**Tabla 2.** Modelos del diseño experimental

Indicador	Rendimiento	Humedad
Intercepto	80,86	5,46
X_TAE	2,99***	-0,32***
X_VFA	-1,45***	0,14***
X_TAE X_VFA	-	-
X_TAE <sup>2</sup>	0,79*	-
X_VFA <sup>2</sup>	-	-
F modelo	82,73***	40,14***
F falta de ajuste	0,14	0,07
R <sup>2</sup>	0,969	0,899

TAE: temperatura de entrada; VFA: velocidad del flujo de alimentación.  
\*Valor significativo para  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*Valor significativo para  $p \leq 0,001$ .

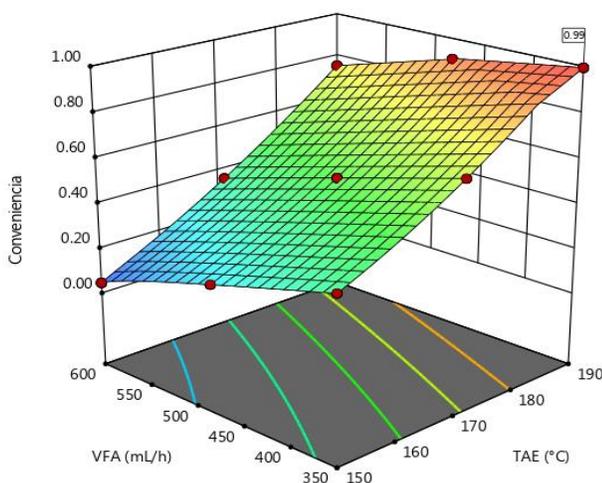
En el modelo para el rendimiento del polvo resultó significativa la temperatura del aire de entrada en su término lineal y cuadrático, junto con el término lineal de la velocidad del flujo de alimentación. El coeficiente lineal de la temperatura del aire de entrada resultó con signo positivo, por lo que puede afirmarse que un aumento de este factor favoreció el incremento del rendimiento, mientras que el término lineal de la velocidad del flujo de alimentación fue negativo, lo que indica un efecto opuesto.

La relación directa entre la temperatura del aire de entrada con el rendimiento puede ser explicada por una evaporación más rápida debido a una mayor transferencia de calor y masa, lo que hace que el agua se evapore rápidamente con una pérdida mínima de saborizante (20).

La relación inversa entre la velocidad del flujo de alimentación y el rendimiento puede ser debido a que, un aumento de la entrada de material conduce a una mayor masa de agua a evaporar y, por tanto, la transferencia de calor y masa es menor con la consiguiente de obtener un producto más húmedo, que se adhiere a las paredes de la cámara de secado (21).

En el modelo para la humedad del polvo sólo resultaron significativos los términos lineales, la temperatura del aire de entrada con signo negativo con un valor absoluto y la velocidad del flujo de alimentación con signo positivo. Esto significa que un aumento de la temperatura del aire de entrada favoreció una disminución de la humedad. Esto es debido a que a una mayor temperatura de secado se suministra mayor calor a la cámara de secado, lo que incrementa la velocidad de

secado y reduce el contenido de humedad en el polvo (22). El signo positivo del término lineal de la velocidad del flujo de alimentación puede explicarse porque a mayor velocidad de esta, se hace más lenta la transferencia de calor y masa, lo que dificulta el secado adecuado de las microgotas y, consecuentemente, se producen partículas más húmedas (23). Una vez comprobados el buen ajuste y adecuación de los cuatro modelos se procedió a la optimización de las variables de respuesta, mediante la maximización del rendimiento y la minimización de la humedad. La Figura 1 muestra la superficie de respuesta obtenida para la optimización de las variables evaluadas. Del gráfico de contorno, el punto definido por la temperatura de entrada del aire de 190 °C y velocidad del flujo de alimentación de 350 mL/h fue sugerido como el más adecuado para la microencapsulación del saborizante de mantequilla. En este punto se obtuvo un valor de 0,99 para la función objetivo (*desirability function*) (de un máximo posible de uno).



**Fig. 1.** Gráfico de optimización de la microencapsulación del saborizante

Con esta combinación se lograron los mejores resultados para cada variable de respuesta. De acuerdo con los modelos fueron 86,1 % de rendimiento y 4,99 % m/m de humedad. El resultado de la prueba sensorial indicó una media de 8,1

( $S = 0,6$ ), que caracteriza al saborizante entre marcado y muy marcado. Además, no se detectaron notas no deseadas ni rancias, que son típicas en este tipo de saborizante.

## CONCLUSIONES

Se obtuvo un óptimo para el saborizante de mantequilla microencapsulado con una temperatura del aire de entrada de 190 °C y velocidad del flujo de alimentación de 350 mL/h. Con esta combinación se lograron los mejores resultados para cada variable de respuesta evaluada que fueron: 86,1 % de rendimiento y 4,99 % de humedad, con una densidad bruta de 0,3083 g/mL y 0,4446 g/mL densidad compactada, 31 % de Índice de Carr, 1,40 de relación de Hausner, 58 s de rehidratación y 12,64 g/100 g sólidos de higroscopicidad.

Se determinó que el saborizante microencapsulado según los parámetros optimizados es de una alta calidad sensorial para productos salados secos.

## REFERENCIAS

1. Estevinho BN, Rocha F. Application of biopolymers in microencapsulation processes. En A. M. Grumezescu y A. M. Holban. (Eds.), *Biopolymers for Food Design* (pp. 191-222). Academic Press; 2018.
2. Pellicer JA, Forte MI, Trabal J, Rodríguez- López MI, Gabaldón JA, Núñez-Delicado E. Stability of microencapsulated strawberry flavour by spray drying, freeze drying and fluid bed. *Powder Technol* 2019; 347:179-85.
3. Saifullah M, Shishir MRI, Ferdowsi R, Rahman MRT, Vuong QV. Micro and nano encapsulation, retention and controlled release of flavor and aroma compounds: A critical review. *Trends Food Sci Technol* 2019; 86: 230-51.
4. Jedlińska A, Samborska K, Janiszewska-Turak E, Witrowa-Rajchert D, Seuvre AM, Voilley A. Physicochemical properties of vanilla and raspberry aromas microencapsulated in the industrial

- conditions by spray drying. *J Food Process Eng* 2018; 41(7), e12872. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12872>.
5. Singh-Vishwakarm G, Gautam N, Nagendra-Babu J, Mittal S, Jaitak V. Polymeric encapsulates of essential oils and their constituents: a review of preparation techniques, characterization, and sustainable release mechanisms. *Polym. Eng. Rev* 2016; 56(4): 668-701.
  6. Saikiran K, CH. S, Perli M, Reddy NS, Venkatachalapathy N. Mechanical methods of microencapsulation: a review. *Int J Curr Microbiol Appl Sci* 2018; 7(11): 1251-60.
  7. Nguyen QV, Bach LG, Pham DTN. Microencapsulation of essential oils by spray-drying and influencing factors. *J Food Qual* 2021. doi:10.1155/2021/5525879
  8. Bringas M, Pino JA. Microencapsulación de saborizantes mediante secado por atomización. *ReCiTeIA* 2021; 11(2): 35-68.
  9. Bringas M, Pino JA. Influencia del contenido de saborizante de limón en la microencapsulación mediante secado por atomización. *Cienc Tecnol Aliment* 2012; 22(3):1-4.
  10. Bringas M, Expósito I, Reineccius GA, López-Hernández, O, Pino JA. Influence of spray-dryer air temperatures on encapsulated mandarin oil. *Drying Technology* 2011; 29(5): 520-26.
  11. Expósito, I, Bringas M, Pino JA. Microencapsulación de aceite esencial de mandarina: Selección del contenido de aceite esencial. *Cienc Tecnol Aliment* 2013; 23(1): 45-8. Disponible en: <https://revcital.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/487>
  12. Bringas M, Valdés D, Pino JA, Aragüez-Fortes Y. Efecto de las temperaturas de secado en la obtención de un saborizante microencapsulado de piña. *Cienc Tecnol Aliment* 2014; 24(1): 1-6. Disponible en: <https://revcital.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/469>
  13. Bringas M, Pino JA, Aragüez-Fortes Y, Álvarez M, Hernández G, Roncal E. Desarrollo de un saborizante microencapsulado de queso mediante secado por atomización. *Cienc Tecnol Aliment* 2015; 25(1): 1-6. Disponible en: <https://revcital.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/294>
  14. Pino J, Bringas M, Aragüez-Fortes Y, Montero LA. Retención de compuestos volátiles en la microencapsulación mediante secado por atomización. *Cienc Tecnol Aliment* 2015; 25(3):14-8. Disponible en: <https://revcital.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/248>
  15. Bringas M, Pino JA, Valdés D, Roncal E. Métodos para determinar humedad en saborizantes microencapsulados. *Cienc Tecnol Aliment* 2011; 21(1): 69-71.
  16. Miravet G, Alacid M, Obón JM, Fernández-López JA. Spray-drying of pomegranate juice with prebiotic dietary fibre. *International J Food Sci Technol* 2016; 51: 633-40.
  17. Islam MZ, Kitamura Y, Yamano Y, Kitamura M. Effect of vacuum spray drying on the physicochemical properties, water sorption and glass transition phenomenon of orange juice powder. *J. Food Eng* 2016; 169: 131-40.
  18. Farías-Cervantes VS, Delgado-Lincoln E, Solís-Soto A, Medrano-Roldan H, Andrade-González I. Effect of spray drying temperature and agave fructans concentration as carrier agent on the quality properties of blackberry powder. *Int J Food Eng* 2016; 12: 451-59.

19. ISO 13299. Sensory analysis — Methodology — General guidance for establishing a sensory profile. Second edition. Cuba; 2016.
20. Aragüez-Fortes Y, Bringas M, Pino, JA, Cobo H Efecto de la homogeneización en la microencapsulación mediante secado por atomización de un saborizante de coco. *Cienc Tecnol Aliment* 2014; 24(2): 22-6. Disponible en: <https://revcitecal.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/458>
21. Aragüez-Fortes Y, Pino JA, Fundora-Quijada S. Desarrollo de un saborizante microencapsulado de caramelo mediante secado por aspersión. *Cienc Tecnol Aliment* 2020; 30(1): 1-6. Disponible en: <https://revcitecal.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/81>
22. Aragüez-Fortes Y, Cabrera D, Pino JA, Rodríguez LM. Microencapsulación de un saborizante de plátano. *Cienc Tecnol Aliment* 2022; 32(3): 1-5. Disponible en: <https://revcitecal.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/390>
23. Aragüez-Fortes Y, Pino JA, Martín M. Microencapsulación de un saborizante de naranja-piña. *Cienc Tecnol Aliment* 2020; 30(3): 1-6. . Disponible en: <https://revcitecal.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/197>